

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FR05/000518

International filing date: 04 March 2005 (04.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0402263
Filing date: 04 March 2004 (04.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 May 2005 (13.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 17 MARS 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr





26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 @ W/ 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 4 MARS 2004 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0402263 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 04 MARS 2004 PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier PA1885FR <i>(facultatif)</i>		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Hecké World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman BP 1537 38025 Grenoble Cedex 1	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <input type="checkbox"/> <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____ Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre actif et un microbolomètre passif			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases) Nom ou dénomination sociale _____ Prénoms _____ Forme juridique _____ N° SIREN _____ Code APE-NAF _____ Domicile ou siège _____ Rue _____ Code postal et ville _____ Pays _____ Nationalité _____ N° de téléphone <i>(facultatif)</i> _____ Adresse électronique <i>(facultatif)</i> _____		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique Commissariat à l'Energie Atomique Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel 31- 33 rue de la Fédération 75752 Paris française N° de télécopie <i>(facultatif)</i> _____	
<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

Remplir impérativement la 2^{ème} page

BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ
REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
 page 2/2

BR2

REMISE DES PIÈCES DATE 4 MARS 2004 LIEU 38 INPI GRENOBLE N° D'ENREGISTREMENT 0402263 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI PA1885FR DB 540 W / 210502
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom		Hecké
Prénom		Gérard
Cabinet ou Société		Jouvray Marie-Andrée
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		Cabinet Hecké (S.A.)
Adresse	Rue	World Trade Center - Europole
	Code postal et ville	5, place Robert Schuman - BP 1537
	Pays	38025 Grenoble Cedex
N° de téléphone (facultatif)		France
N° de télécopie (facultatif)		04 76 84 95 45
Adresse électronique (facultatif)		04 76 84 95 48
		hecke@dial.oleane.com
7 INVENTEUR (S)		
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
Gérard Hecké CPI 95-1201 Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410		



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1/ 1

BR SUITE

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE **4 MARS 2004**

LIEU **38 INPI GRENOBLE**

N° D'ENREGISTREMENT **0402263**
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 @ W / 010702

Vos références pour ce dossier (facultatif)

PA1885FR

**4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE**

Pays ou organisation

Date N°

Pays ou organisation

Date N°

Pays ou organisation

Date N°

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ **Personne morale**

☐ **Personne physique**

Nom
ou dénomination sociale

ULIS

Prénoms

Forme juridique

SAS

N° SIREN

440 508 331

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

Les Iles Cordées

Code postal et ville

38113 Veurey-Voroize

Pays

Nationalité

française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ **Personne morale**

☐ **Personne physique**

Nom
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)**

Gérard Hecké

CPI 95-1201

Marie-Andrée Jouvray

CPI 01-0410

**VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI**

D.R.G.

Procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre actif et un microbolomètre passif

5

Domaine technique de l'invention

10

L'invention concerne un procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant au moins un microbolomètre actif et au moins un microbolomètre passif, comportant chacun une membrane suspendue faisant fonction d'absorbeur du rayonnement, de thermomètre et de connexions électriques.

15

L'invention concerne également un microbolomètre passif réalisé par un tel procédé.

État de la technique

20

De manière générale, un microbolomètre à micropont comporte une membrane suspendue sur un substrat de support par des éléments d'ancrage. La membrane présente trois fonctions, à savoir l'absorption d'un rayonnement incident grâce à un élément absorbeur, la transformation des calories en variation de résistance grâce à un élément thermométrique et des connexions électriques avec le substrat de support grâce à une ou plusieurs électrodes.

25

Ces trois fonctions peuvent être réalisées par trois éléments distincts. L'élément absorbeur, qui s'échauffe sous l'effet d'un rayonnement incident, transmet la chaleur à l'élément thermométrique, dont l'élévation de température est, de

préférence, mesurée électroniquement par une électronique de mesure externe au microbolomètre. Les connexions électriques de la membrane avec le substrat de support se font par l'intermédiaire, par exemple, des électrodes. L'élément absorbeur est ainsi destiné à convertir un flux lumineux incident, par exemple des photons, en flux calorifique. Le flux calorifique induit une variation de température de l'élément thermométrique, qui convertit les variations de température en signaux électriques. Le substrat de support, au-dessus duquel est suspendue la membrane, constitue le point froid du microbolomètre et comporte l'électronique de mesure qui exploite les signaux électriques.

Dans certains cas, ces trois fonctions peuvent être réalisées par deux éléments seulement. À titre d'exemple, un matériau bolométrique peut faire office à la fois d'élément absorbeur et d'élément thermométrique, les connexions électriques avec le support étant alors réalisées par les électrodes connectées à l'élément thermométrique.

Dans une autre variante, les électrodes peuvent faire simultanément office de connexions électriques et d'élément absorbeur. Le matériau bolométrique constitue alors uniquement l'élément thermométrique.

Les électrodes, par exemple sous forme d'un serpentín, peuvent également faire office simultanément de connexions électriques et d'élément thermométrique, l'élément absorbeur étant distinct.

Sur la figure 1, le microbolomètre 1 comporte une membrane suspendue sur un substrat de support 3 par l'intermédiaire de deux éléments d'ancrage 4, constituant également un lien thermique entre la membrane et le substrat 3. La membrane comporte au moins un élément absorbeur 2 portant un élément thermométrique 5, dont la variation de température est mesurée par

l'intermédiaire d'électrodes (non représentées). Le substrat de support 3 comporte une électronique de mesure (non représentée), afin d'exploiter la mesure effectuée par le microbolomètre 1. La sensibilité de la mesure peut être améliorée en introduisant des bras d'isolement 6 entre le substrat de support 3 et la membrane, afin de limiter les pertes thermiques de la membrane et par conséquent de préserver son échauffement.

L'élément thermométrique 5 peut être de type résistif. C'est alors la variation de la résistance et/ou de l'impédance de l'élément thermométrique 5 qui est mesurée. À titre d'exemple, l'élément thermométrique 5 peut être constitué par un matériau bolométrique en contact avec la ou les électrodes, qui, grâce à une configuration particulière, par exemple en forme de serpent, jouent simultanément le rôle de l'élément absorbeur et des connexions électriques. Un rayonnement incident absorbé par le microbolomètre 1 provoque alors une augmentation de la température de l'absorbeur 2, qui induit une variation de la résistance électrique de l'élément thermométrique 5. Cette variation de résistance est mesurée aux bornes des électrodes, qui sont, de préférence, solidaires des éléments d'ancrage 4.

Un fonctionnement performant nécessite trois conditions principales au niveau du microbolomètre 1 : une faible masse calorifique, une bonne isolation thermique de la membrane vis-à-vis du substrat de support 3 et une bonne sensibilité de l'effet de conversion de l'échauffement en signal électrique. Les deux premières conditions sont obtenues grâce à une mise en œuvre en couches minces du microbolomètre 1.

La figure 2 illustre le principe de lecture d'un dispositif de détection à microbolomètre. Le dispositif comporte un microbolomètre de mesure 7, ou microbolomètre actif, qui absorbe un rayonnement incident 8, par exemple des

rayons infrarouges. La variation de la résistance du microbolomètre 7 est représentative de la valeur de ce rayonnement. Une lecture en courant est fréquemment utilisée pour faire cette mesure. Le courant, à la sortie du microbolomètre 7, comporte une fraction variable et une fraction invariante. En effet, le détecteur fonctionne en relatif, c'est-à-dire qu'il détecte un signal continu invariant de fond, qui peut gêner la mesure du signal variable utile, qui est, en général, petit devant ce signal de fond. Il est donc souhaitable d'éliminer cette fraction invariante du courant pour obtenir une mesure optimale de la valeur du rayonnement.

Afin d'augmenter la sensibilité de la lecture, la fraction invariante du courant est, de préférence, dérivée dans une branche de dérivation, pour n'envoyer que la partie variable du courant vers un intégrateur 9. En termes d'électronique, l'élément qui sert à la branche de dérivation doit être peu bruyant, il ne doit pas engendrer trop de perturbations. Pour cela, la branche de dérivation est réalisée par l'intermédiaire d'une résistance suffisamment élevée et polarisée en injection directe. Une solution classique consiste à utiliser un microbolomètre passif comme branche de dérivation, c'est-à-dire un microbolomètre qui ne détecte pas le rayonnement.

La branche de dérivation comporte donc, comme représenté figure 2, un microbolomètre de dérivation 10, qui est rendu aveugle, par un écran de protection 11 placé entre le rayonnement 8 et le microbolomètre 10. Le microbolomètre 10 est ainsi transformé en microbolomètre passif, qui n'absorbe aucun rayonnement et sert de référence.

L'efficacité du dispositif de détection est donc également liée aux caractéristiques du microbolomètre passif 10, qui doit se révéler totalement aveugle et présenter avantageusement une résistance thermique minimale.



D'autres dispositifs de détection utilisent un montage en pont comportant deux microbolomètres dont l'un est rendu passif par interposition d'un écran de protection entre le rayonnement et ce microbolomètre.

5

Cependant, il n'existe pas de divulgation de réalisation de cet écran de protection. De plus, le fait de placer un écran de protection devant le microbolomètre pose des problèmes au niveau de la fabrication, car cela nécessite la fabrication d'un élément distinct, qui doit ensuite être intégré au

10

Objet de l'invention

15 L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et a pour objet la réalisation d'un microbolomètre passif, dont la fabrication de l'écran de protection est intégrée dans le procédé de fabrication du microbolomètre passif.

20 Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que les microbolomètres passifs et actifs sont formés simultanément sur un même substrat de support, un écran réfléchissant étant formé sur l'ensemble du dispositif, puis éliminé en regard des emplacements des microbolomètres actifs.

25 Selon une caractéristique de l'invention, la membrane comportant un élément thermométrique et un élément absorbeur du rayonnement, assurant les connexions électriques, le microbolomètre passif est formé sur l'écran réfléchissant, qui comporte au moins une couche métallique en contact avec l'élément absorbeur de la membrane.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'écran est formé sur le microbolomètre passif et repose au moins en partie sur la membrane de celui-ci.

5 Selon un développement de l'invention, l'écran est formé par dépôt sur une couche sacrificielle, préalablement déposée sur le dispositif après formation des membranes et gravée de manière à former des piliers de support de l'écran sur la membrane.

10 Selon un autre développement de l'invention, l'écran repose en totalité sur la membrane.

L'invention a également pour but un microbolomètre passif réalisé par le procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement.

15 Description sommaire des dessins

20 D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

La figure 1 représente un microbolomètre selon l'art antérieur.

25 La figure 2 représente schématiquement le principe de lecture d'un dispositif de détection thermique d'un rayonnement selon l'art antérieur.

La figure 3 représente un premier mode de réalisation d'un microbolomètre passif selon l'invention.

Les figures 4 à 9 représentent différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un dispositif de détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre passif selon la figure 3.

La figure 10 représente une variante de réalisation d'un microbolomètre passif selon la figure 3.

La figure 11 représente un autre mode de réalisation d'un microbolomètre passif selon l'invention.

Les figures 12 à 16 représentent différentes étapes d'un procédé de fabrication d'un dispositif de détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre passif selon la figure 11.

La figure 17 représente une autre variante de réalisation d'un microbolomètre passif selon l'invention.

Description de modes particuliers de réalisation

Dans le mode particulier de réalisation représenté à la figure 3, le microbolomètre passif 12 comporte une membrane suspendue avec des électrodes 14, assurant les connexions électriques, et un matériau bolométrique 13, constituant simultanément l'élément absorbeur du rayonnement et l'élément thermométrique résistif, dont la résistance est représentative de la variation de température de la membrane et, en conséquence, du rayonnement incident. La membrane est portée par deux éléments d'ancrage 15 disposés sur un substrat de support 16. Le microbolomètre passif 12 comporte également un écran de protection 17. Celui-ci repose sur le matériau bolométrique 13 de la membrane, uniquement en regard des éléments d'ancrage 15. L'écran de protection 17 est constitué, par exemple, par au moins une couche réfléchissante 18, de préférence métallique, car le métal présente de bonnes caractéristiques de réflexion d'un rayonnement, notamment d'un rayonnement infrarouge. L'écran

17 doit être réfléchissant au rayonnement incident et ne doit pas court-circuiter l'élément thermométrique constitué par le matériau bolométrique 13. Dans le cas d'un écran de protection 17 ayant une couche métallique 18, il faut donc isoler la couche métallique 18 du matériau bolométrique 13. La couche métallique 18 est donc formée sur une couche électriquement isolante 19, réalisée au moins au niveau des zones de contact de l'écran 17 avec le matériau bolométrique 13.

La couche 18 est en métal choisi, de préférence, parmi l'aluminium, l'argent, l'or et le cuivre, qui ont un excellent pouvoir réflecteur en infrarouge et constituent de véritables miroirs optiques. L'épaisseur de la couche métallique 18 est de l'ordre de 500Å à 2000Å.

Il est possible de choisir d'autres matériaux pour l'écran réfléchissant 17. À titre d'exemple, l'écran 17 peut comporter un empilement intrinsèquement isolant de couches de matériaux, notamment des métaux ou des oxydes d'indium et d'étain dopés.

L'écran 17 peut également être constitué par un réflecteur de type interférentiel, à savoir un écran comportant un empilement de couches minces isolantes ou conductrices. L'écran 17 peut aussi être réalisé en un matériau avec effet de texture de surface ou de volume. Il peut également être réalisé en un matériau cermet, à savoir une céramique avec des inserts de métal, avec un seuil de conduction dépendant de la concentration de métal dans la céramique.

Le matériau bolométrique 13 est, par exemple, du silicium polycristallin ou amorphe de type p ou n faiblement ou fortement résistif. Le matériau bolométrique peut être également un oxyde de vanadium élaboré dans une phase semi-conductrice, une ferrite ou une manganite.

Sur la figure 3, les électrodes 14 sont disposées sur la face inférieure de la membrane et connectées aux éléments d'ancrage 15. Le matériau constituant les électrodes 14 est choisi, par exemple, parmi le titane, le nitrure de titane, le platine, l'aluminium, le palladium, le nickel, l'alliage de nickel et de chrome etc. L'épaisseur des électrodes 14 est de l'ordre de 0,005 μ m à 1 μ m.

Le substrat de support 16 est un support, par exemple, à base de silicium. Il assure la rigidité mécanique du microbolomètre 12 et comporte, de préférence, des dispositifs (non représentés) de polarisation et de lecture de la résistance de l'élément thermométrique. Il peut comporter également des composants de multiplexage permettant, notamment dans le cas d'un détecteur comportant plusieurs microbolomètres avec une structure matricielle, de sérialiser les signaux issus des différents microbolomètres et de les transmettre vers un nombre réduit de sorties, afin d'être exploités par un système d'imagerie usuel.

Un mode particulier de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement, comportant au moins un microbolomètre actif 20 et un microbolomètre passif 12, selon la figure 3, élaborés sur le même substrat de support 16, va être décrit plus en détail au regard des figures 4 à 9.

Sur la figure 4, le procédé de réalisation du dispositif comporte d'abord le dépôt, sur le substrat de support 16 comportant les éléments d'ancrage 15, d'une première couche sacrificielle 21, de préférence en polyimide, d'épaisseur sensiblement égale à l'épaisseur des éléments d'ancrage 15 des microbolomètres 12 et 20. Les membranes 22 sont alors réalisées, de manière classique, pour former les microbolomètres 12 et 20.

Sur la figure 5, une seconde couche sacrificielle 23, de préférence, en polyimide est ensuite déposée sur la première couche sacrificielle 21 et sur les membranes 22. Les traitements thermiques introduits par ce dépôt ne doivent pas altérer les performances des microbolomètres 12 et 20.

5

Sur la figure 6, une gravure de cette seconde couche sacrificielle 23, est ensuite réalisée en regard des éléments d'ancrage 15 du microbolomètre passif 12. À titre d'exemple, deux évidements 24 sont gravés conformément à la forme souhaitée de l'écran de protection 17.

10

Sur la figure 7, différentes couches 25 constitutives de l'écran de protection 17 sont ensuite déposées sur la seconde couche sacrificielle 23. Les couches 25 sont constituées, par exemple, d'une couche métallique 18 déposée sur une couche isolante 19, dans le cas d'un écran de protection 17 métallique. Dans tous les cas, les couches 25 sont choisies de manière à ce que l'écran de protection 17 présente les propriétés optiques, et éventuellement thermiques, nécessaires pour réaliser la réflexion du rayonnement. Les couches 25 formées dans les évidements 24 constituent ainsi des piliers de support reposant, sur les figures 3 et 7 à 10, en regard des éléments d'ancrage 15 du microbolomètre 12. Dans une variante de réalisation, il peut être avantageux de situer les évidements 24, et en conséquence les piliers de support de l'écran 17 sur la membrane, à l'écart des éléments d'ancrages 15, qui sont complexes à réaliser.

15

20

25

Sur la figure 8, une gravure des couches 25 constituant l'écran de protection 17 est ensuite effectuée en regard de l'emplacement du microbolomètre actif 20, afin que l'écran de protection 17 se retrouve uniquement en regard de l'emplacement du microbolomètre passif 12. Enfin, la gravure des seconde couche 23 et première couche 21 sacrificielles permet d'obtenir, sur le même substrat de support 16 (figure 9), un détecteur avec un microbolomètre actif 20



et un microbolomètre passif 12, avec écran de protection 17 intégré. La gravure des couches sacrificielles 21 et 23 est, de préférence, réalisée en une seule fois par des procédés habituels de microtechnologie. Afin de faciliter cette dernière étape, il est possible de prévoir des orifices dans l'épaisseur de l'écran de protection 17. La taille des orifices doit être suffisamment petite pour ne pas perturber la fonction de réfléchissement de l'écran de protection 17.

Pour améliorer son fonctionnement, il est possible de thermaliser le microbolomètre passif 12, c'est-à-dire d'améliorer sa conductance thermique, par suppression des bras d'isolation thermique 6, présents notamment sur le microbolomètre actif 20. La ou les couches réflectrices de l'écran de protection 17 améliorent aussi la thermalisation du microbolomètre passif 12.

L'écran de protection 17 est délimité par des procédés de gravure chimique, plasma, ou par un procédé de lift off. Dans le cas d'un écran de protection 17 métallique, la couche métallique 18 est déposée, par exemple, par pulvérisation cathodique, ou par décomposition thermique (LPCVD).

Selon une variante de réalisation représentée à la figure 10, le microbolomètre passif 12 comporte une couche supplémentaire 26, en matériau bolométrique 13. Le procédé de réalisation correspondant comporte une étape supplémentaire de dépôt de cette seconde couche 26, après l'étape de gravure des évidements 24 de la seconde couche sacrificielle 23 (figure 6) et avant l'étape de dépôt des différentes couches 25 constitutives de l'écran de protection 17 (figure 7).

Cette variante optimisée améliore, notamment, la thermalisation et les performances du détecteur. Le volume de matériau bolométrique sensible du microbolomètre passif 12 est augmenté, ce qui permet d'ajuster la valeur de sa

résistance électrique et de diminuer le bruit basse fréquence. L'encombrement des résistances du microbolomètre passif 12 est ainsi réduit, pour un volume de matériau bolométrique donné.

- 5 Sur la figure 11, une variante de réalisation du microbolomètre passif 12 se distingue des modes de réalisation précédents par la forme et la réalisation de l'écran de protection 17. Celui-ci comporte une couche isolante 27 plane, déposée sur la totalité de la membrane. Différentes couches 25, formées sur
- 10 une couche diélectrique isolant l'écran de protection 17 du matériau bolométrique 13 de la membrane, pour que l'écran de protection 17 ne court-circuite pas l'élément thermométrique du matériau bolométrique 13 de la membrane.
- 15 Les matériaux constitutifs de l'écran de protection 17 sont les mêmes que pour les modes de réalisation précédents et sont choisis, dans tous les cas, de manière à ce que l'écran de protection 17 présente les propriétés optiques et thermiques nécessaires pour réfléchir le rayonnement.
- 20 La réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement, comportant, sur le même substrat de support 16, au moins un microbolomètre actif 20 et au moins un microbolomètre passif 12 selon la figure 11, va être décrit plus en détail au regard des figures 12 à 16.
- 25 Le procédé de réalisation comporte d'abord, comme représenté à la figure 12, les dépôts successifs, sur le substrat de support 16 portant les éléments d'ancrage 15, de la couche sacrificielle 21, de préférence, en polyimide et des diverses couches constituant les membranes 22 des microbolomètres 12 et 20.

Comme représenté à la figure 13, les dépôts successifs de la couche isolante 27 et des différentes couches 25 constitutives de l'écran de protection 17 sont ensuite effectués.

5 Sur la figure 14, la gravure des couches 25 et 27 constitutives de l'écran de protection 17, uniquement en regard de l'emplacement du microbolomètre actif 20, permet de conserver un écran de protection 17 uniquement au niveau du microbolomètre passif 12.

10 Sur la figure 15, la gravure des membranes 22 permet de délimiter les microbolomètres 12 et 20. Enfin, la gravure de la couche sacrificielle 21 permet d'obtenir le détecteur représenté à la figure 16, avec le microbolomètre passif 12, avec écran de protection 17 intégré, et le microbolomètre actif 20, disposés sur le même substrat de support 16.

15 Dans le cas d'un écran de protection 17 reposant complètement sur la membrane du microbolomètre passif 12, la génération des bras d'isolation thermique 6 du microbolomètre actif 20 pourra éventuellement demander un niveau de masquage supplémentaire.

20 Dans la variante de réalisation de la figure 11, la conduction thermique du microbolomètre passif 12 est optimale, puisque la configuration est homogène et l'écran de protection 17 a une grande surface de contact avec le microbolomètre passif 12. L'élaboration complète de l'écran de protection 17
25 s'effectue avant les niveaux de définition du microbolomètre passif 12, à savoir sa disposition dans l'espace et sa géométrie.

Dans la description ci-dessus, le matériau bolométrique 13 constitue à la fois l'élément thermométrique et l'élément absorbeur de la membrane, tandis que

les électrodes 14 constituent uniquement les connexions électriques. Cependant, l'invention n'est pas limitée à cette configuration particulière et s'applique de la même façon si l'élément thermométrique est constitué par les électrodes 14, par exemple en forme de serpentins, l'élément absorbeur étant un élément distinct, ou si les électrodes 14, par exemple en forme de serpentins, constituent simultanément l'élément absorbeur. Dans tous les cas, l'écran de protection 17 est disposé sur le microbolomètre passif 12, ce qui empêche le rayonnement d'atteindre la membrane.

Dans un autre mode de réalisation représenté à la figure 17, l'écran de protection réfléchissant 28 est formé sur la couche sacrificielle 21 (non représentée), avant la formation de l'élément absorbeur 29 des membranes des microbolomètres 12 et 20. L'écran 28 est constitué d'au moins une couche métallique 18, de préférence en aluminium, en contact avec l'élément absorbeur 29. L'élément thermométrique 30, constitué par le matériau bolométrique, est ensuite déposé sur l'élément absorbeur 29.

L'écran 28 est initialement formé sur la totalité du substrat de support 16 et éliminé, par exemple par gravure, en regard des emplacements des microbolomètres actifs 20, avant la formation des microbolomètres 12 et 20.

Dans ce mode de réalisation, la résistance par carré R_{\square} de l'élément absorbeur 29 doit être de l'ordre de 300Ω pour absorber le rayonnement. Pour que la résistance par carré de l'ensemble constitué par l'élément absorbeur 29 et l'écran 28 soit celle d'un réflecteur, à savoir une résistance par carré de l'ordre de $0,1\Omega$, l'élément absorbeur 29 doit être en contact électrique avec l'écran réfléchissant 28. La résistance par carré de l'élément absorbeur 29 s'associe alors à celle de l'écran 28.

Le rayonnement incident traverse le matériau bolométrique constituant l'élément thermométrique 30, qui est transparent dans ce mode de réalisation, puis rencontre l'ensemble constitué par l'élément absorbeur 29 et l'écran métallique 28, qui joue alors son rôle d'écran réfléchissant, puis ressort. La faiblesse de la
5 résistance par carré de l'ensemble 29, 28 empêche l'absorption du rayonnement et, en conséquence, l'échauffement de la membrane. L'élément thermométrique 30 ne s'échauffe donc pas et sa résistance reste inchangée.

10 Dans une variante de réalisation, les électrodes destinées à assurer la connexion électrique entre le microbolomètre passif 12 et le substrat de support 16 ont des configurations particulières, par exemple en forme de serpentins, et constituent simultanément l'élément absorbeur 29.

15 Ainsi, bien que l'écran réfléchissant 28 soit disposé sous la membrane, le microbolomètre 12 ainsi obtenu est passif, car sa membrane n'absorbe pas le rayonnement.

20 Dans tous les cas, la technologie des microbolomètres 12 et 20 n'est pas affectée par la mise en place de l'écran réfléchissant 17, 28, car la fabrication de l'écran réfléchissant 17, 28 est intégrée au processus de fabrication des microbolomètres 12 et 20. Cela entraîne un gain de temps et surtout de coût, car il n'est pas nécessaire de changer les processus et les chaînes de fabrication déjà connus des microbolomètres.

25 Par ailleurs, le dispositif de détection fonctionnant, de préférence, sous vide, il n'est pas obligatoire de protéger la surface de l'écran de protection 17, 28 en contact avec le rayonnement, par un revêtement particulier.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus. Le détecteur peut comporter une architecture matricielle permettant de faire de l'imagerie infrarouge. L'architecture matricielle est composée d'une pluralité de microbolomètres actifs 20 et d'une pluralité de microbolomètres passifs 12
5 répartis régulièrement en lignes et en colonnes sur un même substrat de support 16. Les procédés de fabrication sont les mêmes et l'électronique de mesure intégrée au substrat de support 16 récupère et exploite chaque mesure des microbolomètres 12 et 20, afin de les transformer en imagerie infrarouge.

10 Le détecteur peut être encapsulé sous vide ou sous un gaz peu conducteur de la chaleur, pour gagner en performance. Le boîtier dans lequel est encapsulé le détecteur comporte alors une fenêtre transparente aux rayonnements. Lorsque l'écran réfléchissant 17, 28 est réalisé en matériau conducteur, il est indispensable de prévoir un isolement diélectrique de cette couche par rapport
15 aux éléments d'ancrage 15. Cet isolement peut être engendré, par exemple, par une coupure dans l'écran réfléchissant 17, 28, comme représenté sur la figure 17.

Les microbolomètres 12, 20 du dispositif de détection peuvent comporter tout
20 type d'élément thermométrique, par exemple, thermistor, électrode, diode, etc.



Revendications

- 5 1. Procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant au moins un microbolomètre actif (20) et au moins un microbolomètre passif (12), comportant chacun une membrane (22) suspendue faisant fonction d'absorbeur du rayonnement, de thermomètre et de connexions électriques, procédé caractérisé en ce que les microbolomètres passifs (12) et actifs (20) sont formés simultanément sur un même substrat de support (16), un
- 10 écran réfléchissant (17, 28) étant formé sur l'ensemble du dispositif, puis éliminé en regard des emplacements des microbolomètres actifs (20).
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, la membrane comportant un élément thermométrique (30) et un élément absorbeur (29) du rayonnement assurant les connexions électriques, le microbolomètre passif (12) est formé sur l'écran réfléchissant (28), qui comporte au moins une couche métallique (18) en contact avec l'élément absorbeur (29) de la membrane.
- 20 3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'écran réfléchissant (17) est formé sur le microbolomètre passif (12) et repose au moins en partie sur la membrane (22) de celui-ci.
- 25 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'écran (17) est formé par dépôt sur une couche sacrificielle (23), préalablement déposée sur le dispositif après formation des membranes (22) et gravée de manière à former des piliers de support de l'écran (17) sur la membrane (22).
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les piliers sont disposés en regard d'éléments d'ancrage (15) du microbolomètre passif (12).

6. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'écran (17) repose en totalité sur la membrane (22).

5 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que l'écran (17) comporte au moins une couche métallique (18) déposée sur au moins une couche isolante (19).

10 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que l'écran (17) comporte un empilement de couches de matériaux intrinsèquement isolant.

15 9. Microbolomètre passif (12) réalisé par le procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'écran réfléchissant (28) est disposé sous la membrane, en contact avec l'élément absorbeur (29) de la membrane.

20 10. Microbolomètre passif (12) réalisé par le procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'écran (17) constitue un écran réfléchissant reposant au moins en partie sur la membrane (22).

11. Microbolomètre passif (12) selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'écran (17) repose sur la membrane (22) par l'intermédiaire de piliers de support.

25 12. Microbolomètre passif (12) selon la revendication 11, caractérisé en ce que les piliers de support sont disposés en regard des éléments d'ancrage (15) de la membrane (22).



13. Microbolomètre passif (12) réalisé par le procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'écran (17) constitue un écran réfléchissant reposant en totalité sur la membrane (22).

- 5 **14.** Microbolomètre selon l'une des revendications 2 et 7, caractérisé en ce que l'épaisseur de la couche métallique (18) est de l'ordre de 500Å à 2000Å.

1/5

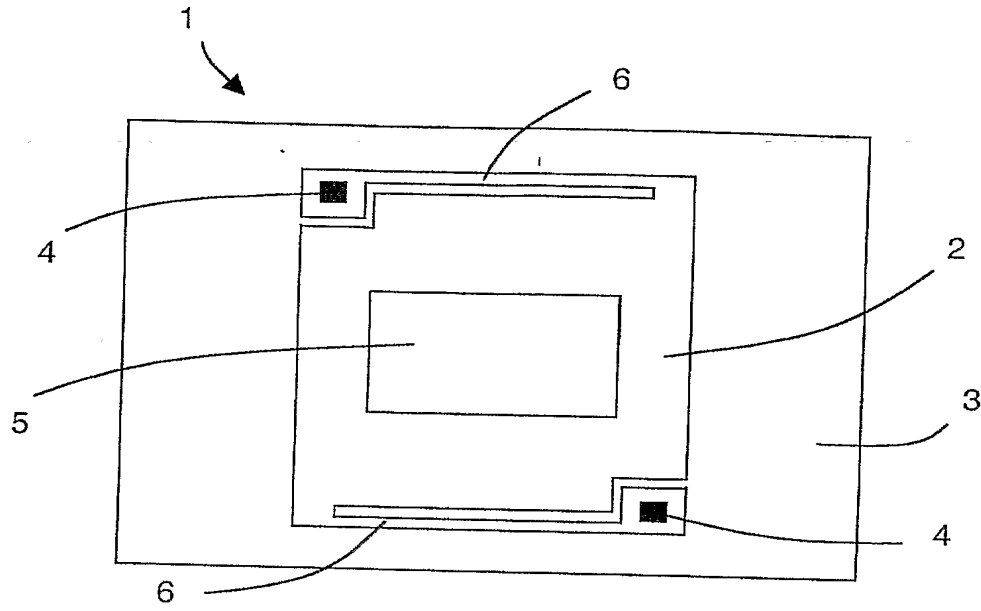


FIG. 1 (art antérieur)

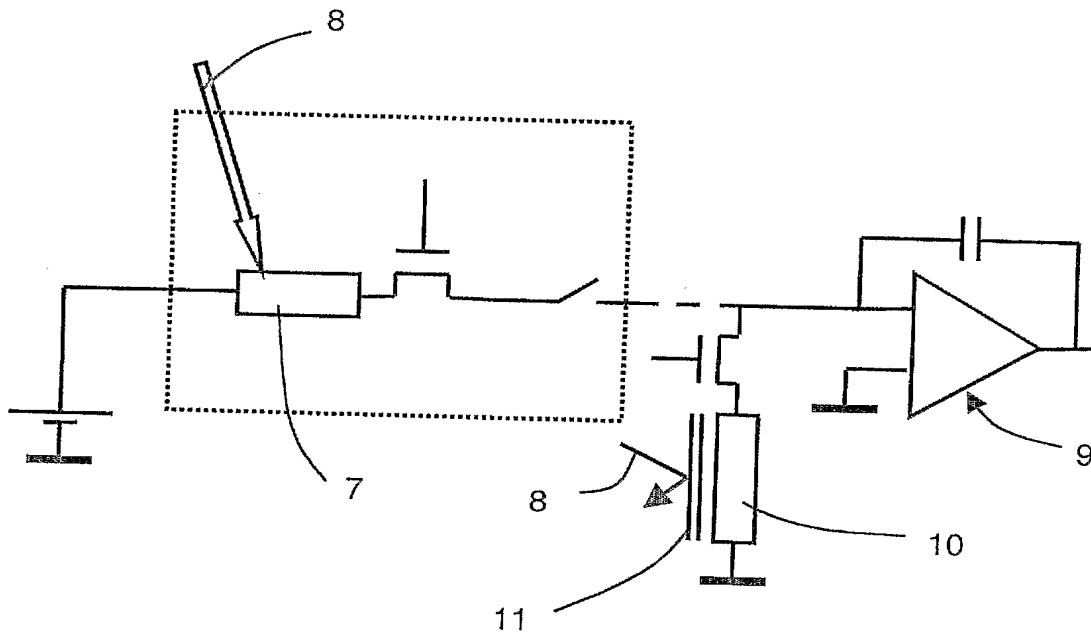


FIG. 2 (art antérieur)

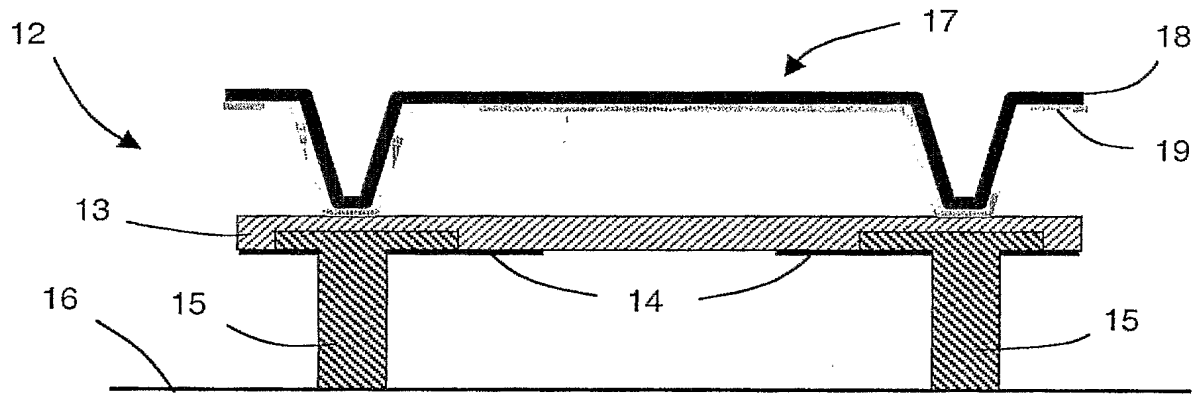


FIG. 3

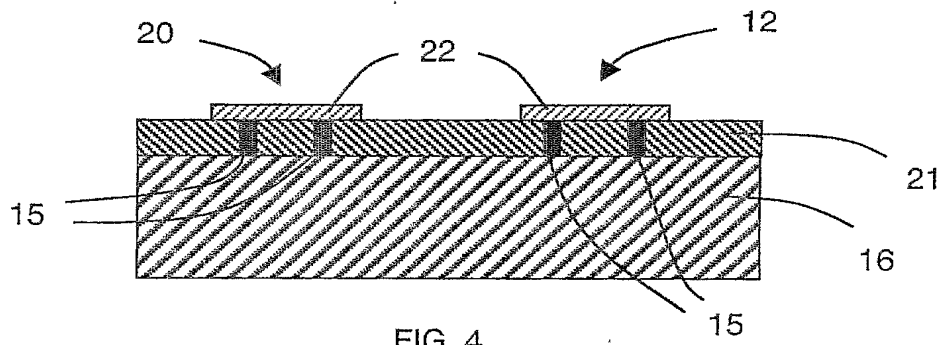


FIG. 4

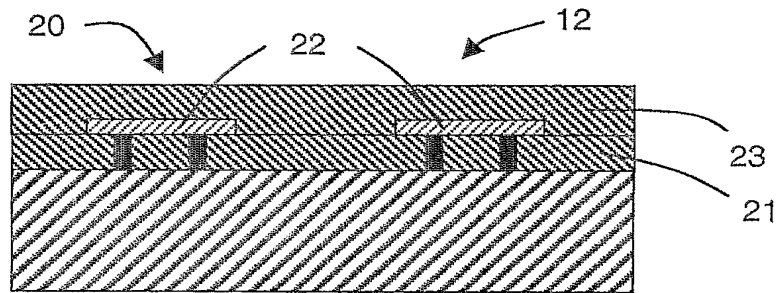


FIG. 5

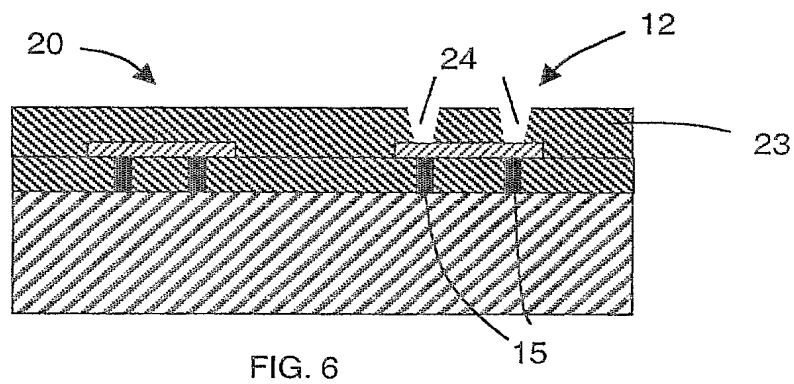


FIG. 6

3/5

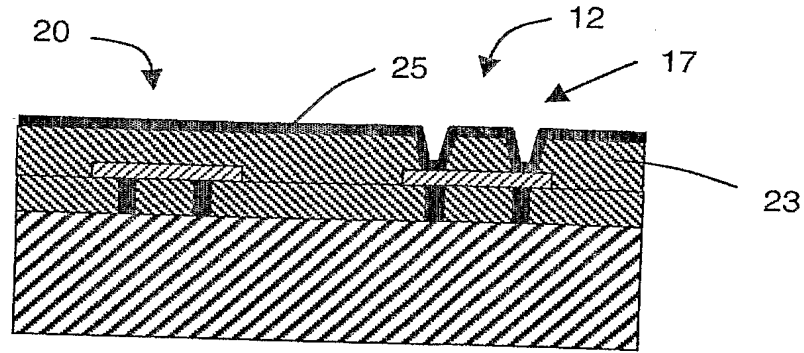


FIG. 7

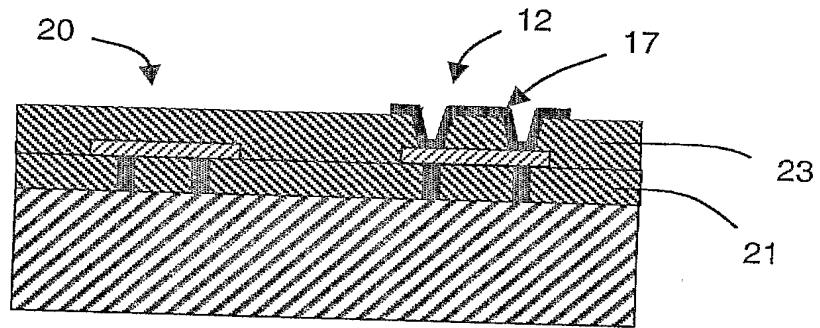


FIG. 8

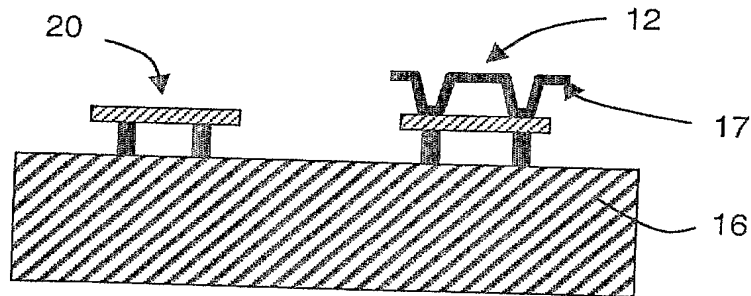


FIG. 9

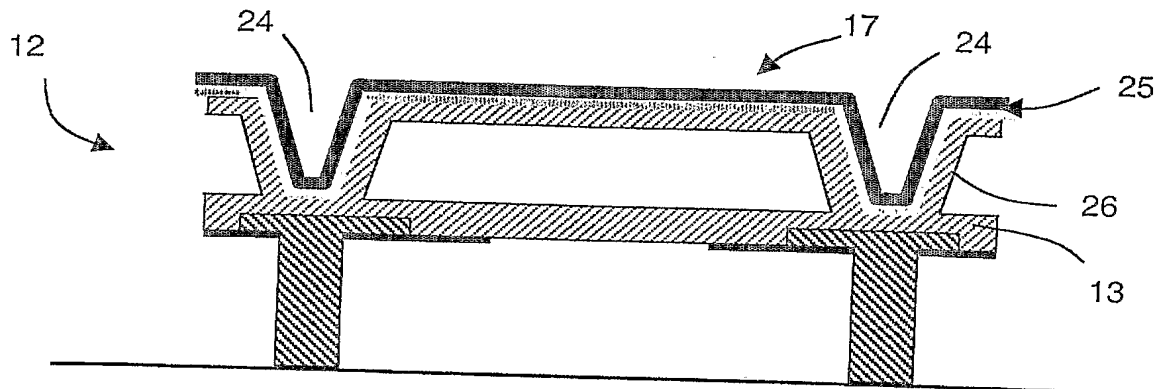


FIG. 10

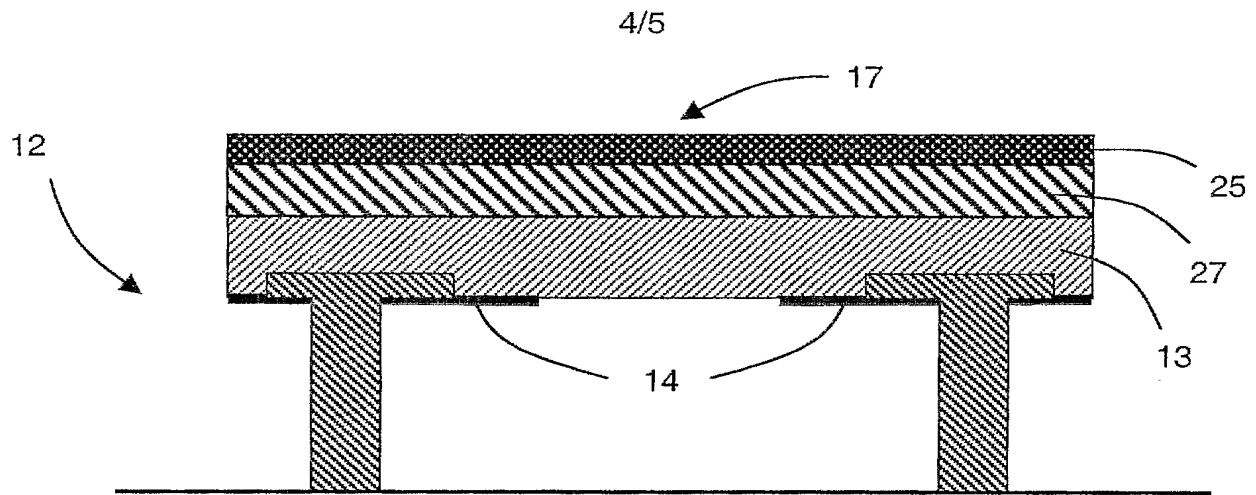


FIG. 11

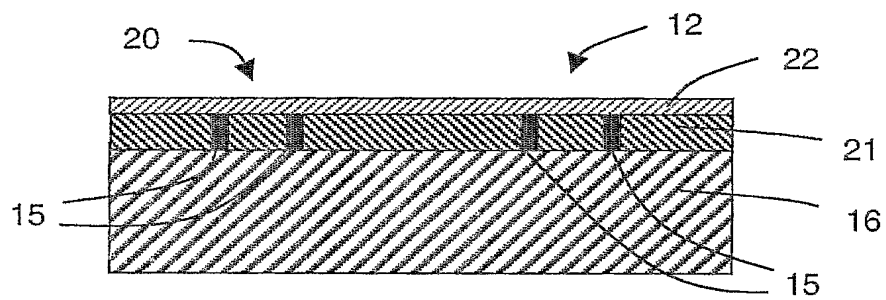


FIG. 12

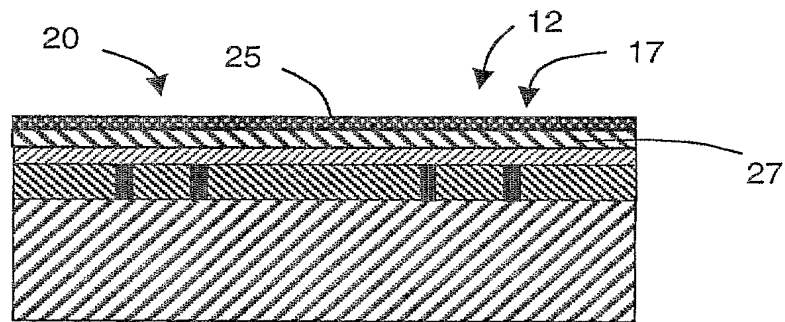


FIG. 13

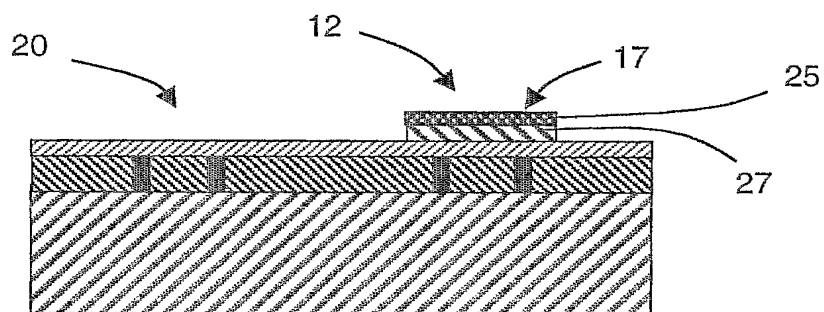


FIG. 14

5/5

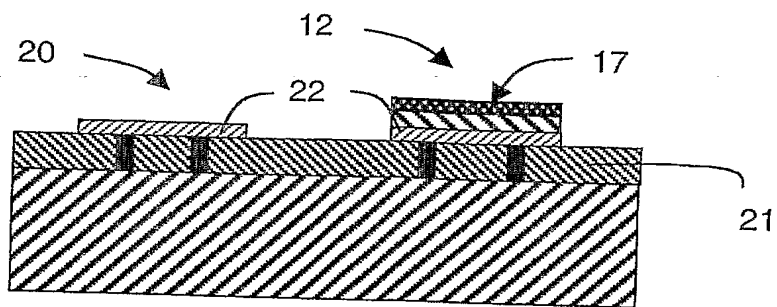


FIG. 15

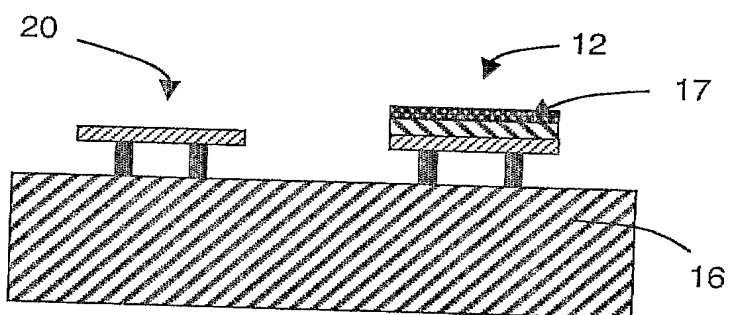


FIG. 16

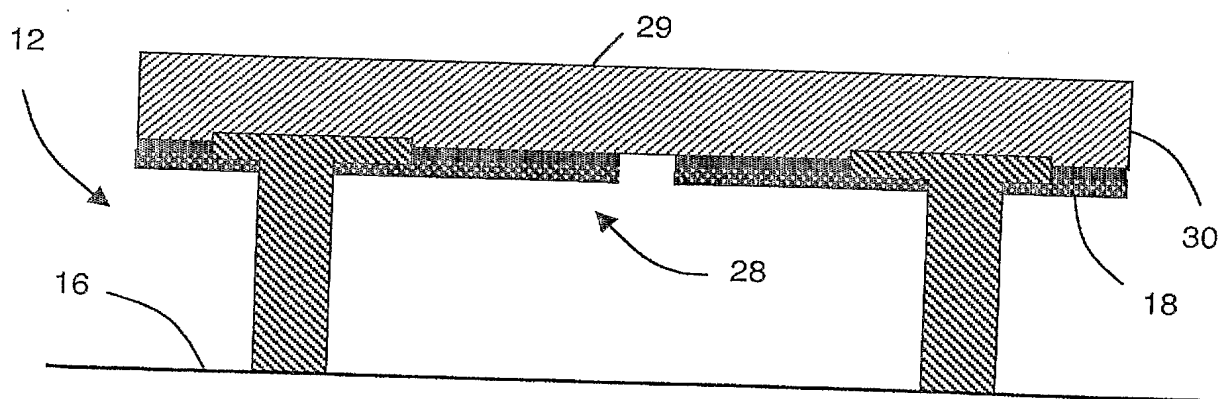


FIG. 17

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

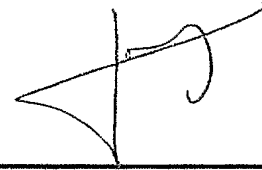
DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/ 2(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 © W / 270601



Vos références pour ce dossier (facultatif)		PA1885FR
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0402263
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre actif et un microbolomètre passif		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
Commissariat à l'Energie Atomique ULIS		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	Ouvrier-Bufferet
	Prénoms	Jean-Louis
Adresse	Rue	430 Route de la Planche
	Code postal et ville	74320 Sevrier
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	Carle
	Prénoms	Laurent
Adresse	Rue	3 rue Cuvier
	Code postal et ville	38000 Grenoble
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	Vialle
	Prénoms	Claire
Adresse	Rue	3 rue du Drac
	Code postal et ville	38120 Saint-Egrève
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Gérard Hecké CPI 95-1201		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410





reçue le 05/04/04

BREVET D'INVENTION**CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11235*03

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2/ 2

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		PA1885FR
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0402263
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Procédé de réalisation d'un dispositif pour la détection thermique d'un rayonnement comportant un microbolomètre actif et un microbolomètre passif		
LE(S) DEMANDEUR(S) : Commissariat à l'Energie Atomique ULIS		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	Vilain
	Prénoms	Michel
Adresse	Rue	1 rue des Terrasses
	Code postal et ville	38450 Saint Georges de Commiers
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Gérard Hecké CPI 95-1201		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

